

Влияние микробиологических препаратов на видоспецифичную реакцию представителей рода Можжевельник

© 2026. А. И. Дегтярев✉, Г. В. Барайщук

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина», г. Омск, Российская Федерация

В статье рассматриваются перспективы применения микробиологических препаратов для выращивания посадочного материала ценных и редких видов можжевельника, чье естественное возобновление затруднено. Цель исследования – определить влияние микробиологических препаратов полифункционального действия на основе грибов-антагонистов (рода *Trichoderma*) и ризобактерий (рода *Bacillus* и *Pseudomonas*) на ростовые параметры черенковых саженцев *Juniperus* spp. с выявлением особенностей видоспецифичной реакции в условиях открытого грунта Омской области. Объекты исследования – разновозрастные саженцы можжевельника видов *J. communis* L., *J. sabina* L., *J. horizontalis* Moench. (сорта *Blue Chip* и *Limeglow*). Обработку биопрепаратами проводили однократно поливом под корень (100 мл/растение для 1-2-летних саженцев и 200 мл/растение для 3-4-летних). Контроль – обработка водой, эталон фунгицидного действия – препарат Фундазол, ростового – Корневин. В годы исследований (2021–2024) установлена высокая эффективность микробиологических препаратов для стимуляции роста и развития саженцев *Juniperus* spp. Выявлены универсальные биоагенты: микробиологическое удобрение Азолен и биофунгицид Елена стабильно повышали ключевые морфометрические показатели (высоту на 10–33 и 7–57 %, диаметр корневой шейки на 11–31 и 8–59 % соответственно) у всех изученных таксонов. Показана видоспецифичная реакция препаратов Триходерма вериде, Черные дрожжи и Флавобактерин, что подтверждает гипотезу о специфичности взаимодействия в системе «микроорганизм – растение». Результаты позволяют рекомендовать Азолен и Елену для использования в технологии выращивания посадочного материала можжевельника.

Ключевые слова: биофунгициды, специфичная для вида реакция, *Juniperus*, саженцы, биометрические показатели

Благодарности: работа выполнена при поддержке ФГБОУ ВО Омского ГАУ им. П.А. Столыпина в рамках НИОКТР №121111200025-4 «Усовершенствование экологически безопасных технологий выращивания и производства овощных, плодовых, лекарственных, эфиромасличных, декоративных, лесных культур и винограда в Западной Сибири».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Дегтярев А. И., Барайщук Г. В. Влияние микробиологических препаратов на видоспецифичную реакцию представителей рода Можжевельник. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2026;27(4):867–877.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.4.867-877>

Поступила: 09.01.2026

Принята к публикации: 03.08.2026

Доработана после рецензирования: 20.03.2026

Опубликована онлайн: 31.08.2026

The influence of microbiological preparations on the species-specific reaction of representatives of the genus *Juniperus*

© 2026. Artem I. Degtyarev✉, Galina V. Barayshchuk

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

The article considers the prospects of using microbiological preparations for growing planting material of valuable and rare juniper species whose natural regeneration is difficult. The aim of the study was to evaluate the effect of multifunctional microbiological preparations based on antagonist fungi (genus *Trichoderma*) and rhizobacteria (genera *Bacillus* and *Pseudomonas*) on the growth parameters of *Juniperus* spp. cuttings with the identification of the features of species-specific response in open ground conditions of the Omsk Region. The objects of the study were juniper seedlings of different ages of the species *J. communis* L., *J. sabina* L., *J. horizontalis* Moench. ('Blue Chip' and 'Limeglow' cultivars). Treatment with biological preparations was carried out by a single watering under the root (100 ml/plant for 1-2-year-old seedlings and 200 ml/plant for 3-4-year-olds). The control underwent water treatment, with Fundazol as the fungicidal standard, and Kornevin as the growth standard. During the 2021–2024 study period, there has been established the high efficacy of microbiological preparations for stimulating the growth and development of *Juniperus* spp. seedlings. Universal bioagents were identified: the microbiological fertilizer Azolen and the biofungicide Elena consistently increased key morphometric parameters (height by 10–33 % and 7–57 %, root collar diameter by 11–31 % and 8–59 %, respectively) in all studied taxa. A species-specific response was demonstrated for *Trichoderma veride*, Black Yeast, and Flavobacterin, confirming the hypothesis of specific interactions in the microorganism–plant system. The results make it possible to recommend Azolen and Elena for use in juniper planting technology.

Keywords: biofungicides, species-specific response, *Juniperus*, seedlings, biometric indicators

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the FSBEI of HE Omsk SAU named after P.A. Stolypin within the framework of R&D project No. 121111200025-4 "Improvement of environmentally friendly technologies for growing and producing vegetables, fruits, medicinal, essential oil, ornamental, forest crops and grapes in Western Siberia".

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert assessment of this work.

Conflict of interests: the authors declared no conflict of interests.

For citation: Degtyarev A. I., Barayshchuk G. V. The influence of microbiological preparations on the species-specific reaction of representatives of the genus *Juniperus*. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2026;27(4):867–877. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.4.867-877>

Received: 09.01.2026

Revised: 20.03.2026

Accepted for publication: 03.08.2026

Published online: 31.08.2026

Сохранение биоразнообразия хвойных пород в условиях усиливающегося антропогенного пресса и климатических изменений являются приоритетными задачами современной лесной экологии и биотехнологии^{1, 2}. Представители рода *Juniperus* L., как долгоживущие виды-пионеры, играют ключевую роль в почвообразовании, сукцессионных процессах и поддержании стабильности экосистем, особенно в засушливых регионах [1, 2, 3, 4]. Однако естественное возобновление многих видов можжевельника часто затруднено ввиду медленного роста, низкой всхожести семян и высокой чувствительности сеянцев на ранних этапах онтогенеза к абиотическим и биотическим стрессорам [5].

Одним из перспективных подходов к повышению продуктивности и устойчивости древесных растений, в том числе хвойных, является применение микробиологических препаратов на основе полезных микроорганизмов (ризобактерий, бацилл, микоризных грибов) [6, 7, 8, 9]. Известно, что такие ассоциации способны положительно влиять на морфофизиологические параметры растений за счет улучшения минерального питания, синтеза фитогормонов, повышения толерантности к засухе и патогенам [10, 11]. В регулирование оптимальных режимов развития растений включаются различные механизмы: микопаразитизм, антибиоз, конкуренция за питательные субстраты и инактивация ферментов патогенов³. В то же время эффективность интродукции микроорганизмов сильно зависит от специфичности взаимодействия в системе «микроб – хозяин», которая может варьировать не только на межвидовом, но и внутривидовом уровнях [12, 13, 14]. Признанные методики

зеленого черенкования М. Т. Тарасенко (1967, 1991)^{4, 5} предполагают использование 4-(индол-3-ил) масляной кислоты (ИМК) и (индол-3)-уксусной кислоты (ИУК) в качестве стимуляторов корнеобразования и роста [15, 16]. Недостатком этих методик является то, что процесс укоренения происходит в условиях высокой влажности и температуры, создавая возможность развития грибных заболеваний и, в итоге, большое количество зеленых черенков загнивает. Нами было предложено использование биофунгицидов, которые снижали развитие фитопатогенов (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Penicillium*) и, одновременно, обладали стимулирующими свойствами [17]. В представленной работе происходила практическая реализация усовершенствованной технологии зеленого черенкования и дальнейшее выращивание черенковых саженцев с использованием микробиологических средств многопланового действия.

Несмотря на растущий интерес к использованию биопрепаратов в лесном хозяйстве, их влияние на представителей рода *Juniperus* изучено явно недостаточно. Существующие исследования носят фрагментарный характер и, как правило, не учитывают возможную видовую специфичность реакции можжевельников на инокуляцию различными штаммами или комплексами микроорганизмов. Установление закономерностей такого взаимодействия является важным как с фундаментальной точки зрения (понимание механизмов формирования микробно-растительных симбиозов у реликтовых хвойных), так и для прикладных целей – разработки целенаправленных биотехнологий для выращивания посадочного материала ценных и редких видов можжевельника.

¹FAO. State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/32472> (дата обращения: 08.01.2026).

²IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Brondizio E. S., et al. (eds.). Bonn, Germany, 2019. [Электронный ресурс].

URL: <https://www.ipbes.net/global-assessment?file=1&type=n> (дата обращения: 08.01.2026).

³Барайшчук Г. В. Биологическая защита растений учеб. пособие для студентов, обучающихся по агрономическим специальностям. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 142 с.

⁴Тарасенко М. Т. Размножение растений зелеными черенками. М.: Колос, 1967. 352 с.

⁵Тарасенко М. Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур (теория и практика). М.: Изд-во МСХА, 1991. 268 с.

Цель исследования – определить влияние микробиологических препаратов полифункционального действия на ростовые параметры черенковых саженцев различных видов рода *Juniperus* с выявлением особенностей видоспецифичной реакции в условиях открытого грунта Омской области.

Научная новизна – в ходе исследований впервые проведено изучение разновозрастных черенковых саженцев трех видов можжевельника с использованием шести микробиологических препаратов, обладающих фунгицидными, ростостимулирующими, землеудобрительными и антистрессовыми свойствами. Установлена высокая ростостимулирующая способность микробиологических средств. Выявлена видоспецифичная реакция декоративных хвойных интродуцентов на обработку биологически активными веществами в процессе их роста. Данное явление обосновывает возможность дифференцированного подхода к подбору микробиологических средств для выращивания различных видов можжевельника.

Материал и методы. Работу проводили в 2021–2024 гг. в учебно-научной лаборатории многолетних культур «Сад имени А. Д. Кизюрина» учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО Омский ГАУ (г. Омск). Объектами исследования служили саженцы представителей рода *Juniperus* L. разного возраста, относящиеся к трём видам: можжевельник обыкновенный *J. communis* L., можжевельник казацкий *J. sabina* L. и можжевельник горизонтальный *J. horizontalis* Moench. (сорта Blue Chip и Limeglow), характеризующимся различиями в экологических ареалах. Эксперимент был заложен по схеме рендомизированных повторений ($n = 4$), где в каждой повторности 25 растений (100 растений на вариант обработки). Растения культивировали в индивидуальных контейнерах объемом 1 л (для одно- и двухлетних черенковых саженцев) и 2 л (для трех- и четырехлетних) на открытом участке.

В качестве экспериментальных факторов применяли следующие микробиологические препараты и удобрения, разрешенные к применению на территории Российской Федерации на 2025 г.^{6, 7}:

- Азолен, Ж: микробиологическое удобрение на основе живых клеток *Azotobacter vinelandii* (титр $2-3 \times 10^9$ КОЕ/мл.). Способствует переводу атмосферного азота в форму, пригодную для питания растения, а также выделяет в почву биологически активные вещества, стимулирующие развитие, рост растений и повышающие их сопротивляемость болезням. Использовали 3%-ю суспензию;

- Елена, Ж: препарат, содержащий штамм *Pseudomonas aureofaciens* (титр $2-3 \times 10^9$ КОЕ/мл). Стимулирует рост растений, разлагая неорганические фосфаты и превращая их в форму, доступную для растений. Обладает иммунномодулирующим эффектом, повышая устойчивость растений к патогенам, образует ряд антибиотиков. Использовали 1%-ю суспензию;

- Триходерма вериде, СП: препарат на основе гриба-антагониста *Trichoderma viride* и его метаболитов (титр 1×10^9 КОЕ/г). В процессе своего роста продуцирует целый ряд антибиотиков, в результате воздействия которых развитие патогенов замедляется. Гриб также вырабатывает вещества, которые стимулируют развитие растений. Использовали 0,5%-ю суспензию.

Биофунгициды, разрешенные для применения в органическом земледелии⁸:

- Мизорин, СП: на основе природного штамма бактерий *Arthrobacter mysorens* (титр $1-2 \times 10^9$ КОЕ/г). Артробактерии фиксируют азот из атмосферного воздуха и питают им растения; вырабатывают природные антибиотики, выделяют ростостимулирующие вещества и витамины, переводят труднодоступные макро- и микроэлементы в легкодоступные для растений формы. Использовали 6%-ю суспензию;

- Флавобактерин, СП: на основе бактерий рода *Flavobacterium* (титр $1-2 \times 10^9$ КОЕ/г). Повышает поглотительную способность корней, что стимулирует рост растений, улучшая минеральный и водный обмен, помогая в борьбе против фитопатогенов. Использовали 6%-ю суспензию;

⁶Реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Раздел Пестициды. М., 2025. 1544 с.

⁷Реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Раздел Агрохимикаты. М., 2025. 276 с.

⁸Перечень средств производства для применения в системе органического и биологизированного земледелия на основе ГОСТ 33980-2016 и международных стандартов органического сельского хозяйства, 2025. 125 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://soz.bio/perechen-biopreparatov-i-bioudobren-2/> (дата обращения: 08.01.2026).

Черные дрожжи, Ж – микробиологическое удобрение, содержащее живую культуру дрожжеподобных микроорганизмов *Exophiala nigrum* (титр 1×10^7 КОЕ/мл.). Продукты жизнедеятельности препарата обеспечивают растения гормонами и другими биологически активными веществами, стимулируя более мощное развитие корневой системы, оптимизируя процессы обеспечения растений минеральным питанием. Биоудобрение разработано экспериментальным путём и изучено в научных лабораториях и действующих хозяйствах учёными НИИ Биологии Иркутского госуниверситета⁹. Использовали 2%-ю суспензию.

В качестве эталона фунгицидного действия для подавления корневых гнилей [17] применяли Фундазол, СП – фунгицид контактного и системного действия, действующее вещество – беномил (500 г/кг), метил 1-(бутилкарбамоил)-бензимидазол-2-илкарбамат; $C_{14}H_{18}Br_2NO_3$. Использовали 0,2%-ю суспензию рабочей жидкости.

Эталонном стимулятором роста служил Корневин, СП – регулятор роста пролонгированного действия ауксинового типа, действующее вещество 4-(индол-3-ил) масляная кислота (ИМК) (0,5 г/кг), применяли 0,1%-ю суспензию рабочей жидкости.

Контрольную группу саженцев обрабатывали водой.

В период с 2021 по 2024 год опыт закладывали ежегодно, обеспечивая наличие в исследовании саженцев разных возрастных групп. Обработку микробиологическими препаратами проводили однократно поливом 100 мл рабочей жидкости на одно растение для одно- двухлетних саженцев и 200 мл для трех- четырехлетних саженцев под корень в первой декаде июня.

Опыты проводили с начала безморозного периода (II квартал, май), который составляет для г. Омска 115 дней, на поверхности почвы – 100 дней¹⁰. Замеры биометрических показателей осуществляли в конце вегетационного периода на 90-й день.

Статистическую обработку данных для каждого вида/сорта по 4 повторностям каждого

варианта осуществляли методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову¹¹ с использованием приложения Excel. Определяли достоверность различий между вариантами на 5%-м уровне значимости посредством расчета наименьшей существенной разницы ($НСР_{05}$). Результаты представляли в виде таблиц и рисунков со средними значениями.

Результаты и их обсуждение. В годы наблюдений наиболее высокие растения можжевельника казацкого отмечали в вариантах обработки препаратами Елена, Азолен, Триходерма вериде, Черные дрожжи. Статистически достоверное превышение над контрольной группой (при уровне значимости $p \leq 0,05$) зафиксировано во всех опытных вариантах (рис. 1). При этом высота саженцев в опытных вариантах была на уровне и выше варианта с эталонным стимулятором роста Корневин. Растения в вариантах опыта с применением микробиологических средств превышали по высоте саженцы, обработанные химическим фунгицидом Фундазол.

Дисперсионный двухфакторный анализ опытных данных по высоте можжевельника казацкого показал, что расчетное значение критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 7,34 > F_{\text{крит}} = 2,35$) и В (возраст саженцев, $F_{\text{расчет } 0,05} = 52,57 > F_{\text{крит}} = 3,01$) выше критического значения.

Аналогичная закономерность отмечена и для полученных данных по диаметру корневой шейки саженцев (табл. 1). Дисперсионный анализ показал более высокое расчетное значение критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 7,35 > F_{\text{крит}} = 2,35$) и В (возраст, $F_{\text{расчет } 0,05} = 82,99 > F_{\text{крит}} = 3,01$).

Следовательно, можно констатировать, что наиболее выраженное стимулирующее влияние на ростовые процессы и формирование разновозрастных черенковых саженцев можжевельника казацкого *J. sabina* L. оказали микробиологические удобрения Азолен и Черные дрожжи, а также биофунгициды Елена и Триходерма вериде.

⁹Павленко В. В., Харламов В. М., Чемерилов В. И., Тимофеева С. С. Штамм черных дрожжей *Exophiala Nigrum* R-11, используемый для очистки сточных вод от фенолов и лигнина: Авторское свидетельство № 1071637. № 3507167: заявл. 02.11.1982; опубл. 07.02.1984. Бюл. №5. 3 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40140197>

¹⁰Ковба С. А. Климат Омска. [С. А. Ковба и др.]; под ред. Ц. А. Швер; Омское террит. упр. по гидрометеорологии и контролю природ. среды, Омская гидрометеорол. обсерватория. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 246 с.

¹¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

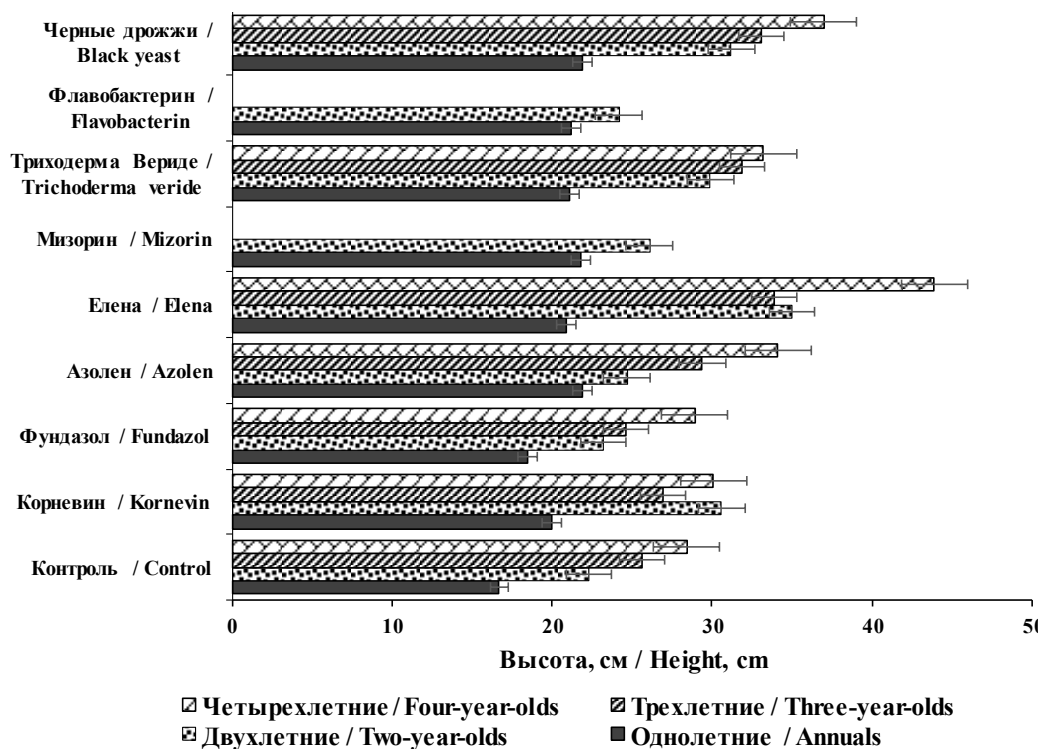


Рис. 1. Влияние микробиологических препаратов на высоту однолетних, двухлетних, трехлетних и четырехлетних саженцев можжевельника казацкого: $HCP_{05} = 0,36; 0,56; 1,0; 1,9$ соответственно (2021–2024 гг.) /
Fig. 1. The effect of microbiological preparations on the height of annual, two-year, three-year and four-year seedlings of Cossack juniper: $LSD_{05} = 0,36; 0,56; 1,0; 1,9$ respectively (2021–2024)

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на диаметр корневой шейки саженцев можжевельника казацкого разного возраста (мм ± стандартная ошибка, 2021–2024 гг.) /
Table 1 – The effect of biopreparations on the diameter of the root collar of Cossack juniper seedlings of different ages (mm ± standard error, 2021–2024)

Биопрепарат / Biopreparate	Однолетние / Annual	Двухлетние / Two-year-olds	Трехлетние / Three-year-olds	Четырехлетние / Four-year-olds
Контроль / Control	2,6±0,08	2,9±0,08	4,2±0,08	4,8±0,13
Корневин / Kornevin	3,0±0,03	3,5±0,07	4,7±0,10	5,0±0,12
Фундазол / Fundazol	2,6±0,04	2,8±0,06	4,5±0,11	4,9±0,13
Азолен / Azolen	3,4±0,08	3,7±0,05	5,0±0,08	5,7±0,09
Елена / Elena	3,0±0,05	4,6±0,06	5,7±0,09	7,3±0,10
Мизорин / Mizorin	2,3±0,03	3,2±0,04	-	-
Триходерма вериде / Trichoderma veride	3,0±0,05	4,3±0,08	5,6±0,08	5,9±0,10
Флавобактерин / Flavobacterin	2,4±0,04	3,0±0,05	-	-
Черные дрожжи / Black yeast	3,4±0,07	4,9±0,08	5,4±0,12	5,6±0,11
HCP_{05} / LSD_{05}	0,10	0,14	0,16	0,24

В течение трех лет проводили наблюдения за увеличением наземной части и развитием стволика в области корневой шейки у разновозрастных саженцев можжевельника горизонтального сорта Blue Chip. Результаты анализа выявили, что азотсодержащее микро-

биологическое удобрение Азолен и биофунгицид Елена проявляли наиболее выраженную эффективность, оказывая статистически достоверное положительное влияние на рост и развитие саженцев данного сорта (табл. 2, 3). Дисперсионный двухфакторный анализ опытных

данных по высоте саженцев можжевельника горизонтального сорта Blue Chip показал превышение расчетного значения критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 4,13 > F_{\text{крит}} = 3,32$) и В (возраст, $F_{\text{расчет } 0,05} = 178,17 > F_{\text{крит}} = 4,10$) над его табличными значениями.

Аналогично и по диаметру корневой шейки расчетное значение критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 7,05 > F_{\text{крит}} = 3,32$) и В (возраст, $F_{\text{расчет } 0,05} = 108,21 > F_{\text{крит}} = 4,10$) выше табличного значения.

Таблица 2 – Влияние биопрепаратов на высоту саженцев можжевельника горизонтального сорта ‘Blue Chip’ разного возраста (см ± стандартная ошибка, 2022–2024 гг.) /

Table 2 – The effect of biopreparations on the height of ‘Blue Chip’ horizontal juniper seedlings of different ages (cm ± standard error, 2022–2024).

<i>Биопрепарат / Biopreparate</i>	<i>Однолетние / Annual</i>	<i>Двухлетние / Two-year-olds</i>	<i>Трехлетние / Three-year-olds</i>
Контроль / Control	14,7±0,12	17,5±0,28	23,2±0,57
Корневин / Kornevin	15,8±0,13	18,2±0,17	23,9±0,56
Азолен / Azolen	16,1±0,12	19,7±0,19	28,2±0,46
Елена / Elena	16,0±0,11	19,4±0,20	24,9±0,48
Мизорин / Mizorin	16,0±0,13	18,0±0,27	23,9±0,56
Флавобактерин / Flavobacterin	15,6±0,10	18,3±0,16	23,8±0,58
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,21	0,33	0,92

Таблица 3 – Влияние биопрепаратов на диаметр корневой шейки саженцев можжевельника горизонтального сорта ‘Blue Chip’ разного возраста (мм ± стандартная ошибка, 2022–2024 гг.) /

Table 3 – The effect of biopreparations on the diameter of the root collar in seedlings of the horizontal juniper variety ‘Blue Chip’ of different ages (mm ± standard error, 2022–2024) /

<i>Биопрепарат / Biopreparate</i>	<i>Однолетние / Annual</i>	<i>Двухлетние / Two-year-olds</i>	<i>Трехлетние / Three-year-olds</i>
Контроль / Control	2,4±0,03	2,7±0,04	3,9±0,09
Корневин / Kornevin	2,9±0,04	3,1±0,06	4,0±0,08
Азолен / Azolen	3,1±0,03	3,3±0,04	4,9±0,07
Елена / Elena	3,1±0,04	3,2±0,05	4,2±0,09
Мизорин / Mizorin	2,9±0,03	3,0±0,06	4,0±0,10
Флавобактерин / Flavobacterin	3,0±0,04	3,1±0,04	4,1±0,08
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,07	0,08	0,14

Проведенное исследование показало, что для разновозрастных саженцев можжевельника горизонтального сорта Limeglow все изучаемые микробиологические препараты обеспечили статистически достоверный ($p \leq 0,05$) положительный эффект по сравнению с контрольной группой. По высоте растений все опытные варианты превзошли результаты, достигнутые при использовании стимулятора роста Корневин, за исключением варианта с применением препарата Мизорин (табл. 4). Дисперсионный двухфакторный анализ опытных данных по высоте саженцев можжевельника горизонтального сорта Limeglow показал, что

расчетное значение критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 29,34 > F_{\text{крит}} = 3,43$) и В (возраст, $F_{\text{расчет } 0,05} = 64,05 > F_{\text{крит}} = 5,31$) превышает его табличное значение.

По диаметру корневой шейки превышение над вариантом с применением стимулятора роста Корневин зафиксировано во всех случаях, кроме использования препарата Флавобактерин (табл. 5). По диаметру корневой шейки расчетное значение критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 13,73 > F_{\text{крит}} = 3,43$) и В (возраст, $F_{\text{расчет } 0,05} = 46,88 > F_{\text{крит}} = 5,31$) выше критического.

Таблица 4 – Влияние биопрепаратов на высоту саженцев можжевельника горизонтального сорта ‘Limeglow’ разного возраста (см ± стандартная ошибка, 2022–2023 гг.) /

Table 4 – The effect of biopreparations on the height of seedlings of the horizontal juniper variety ‘Limeglow’ of different ages (cm ± standard error, 2022–2023) /

<i>Биопрепарат / Biopreparate</i>	<i>Однолетние / Annual</i>	<i>Двухлетние / Two-year-olds</i>
Контроль / Control	13,4±0,19	14,7±0,19
Корневин / Kornevin	14,9±0,18	16,3±0,21
Азолен / Azolen	17,0±0,16	17,8±0,23
Елена / Elena	16,2±0,18	18,0±0,19
Мизорин / Mizorin	15,0±0,20	16,5±0,20
Триходерма вериде / Trichoderma veride	17,0±0,17	18,0±0,24
Флавобактерин / Flavobacterin	15,2±0,17	15,6±0,18
Черные дрожжи / Black yeast	15,4±0,21	17,0±0,22
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,49	0,36

Таблица 5 – Влияние биопрепаратов на диаметр корневой шейки саженцев можжевельника горизонтального сорта ‘Limeglow’ разного возраста (мм ± стандартная ошибка, 2022–2023 гг.) /

Table 5 – The effect of biopreparations on the diameter of the root collar of ‘Limeglow’ horizontal juniper seedlings of different ages (mm ± standard error, 2022–2023)

<i>Биопрепарат / Biopreparate</i>	<i>Однолетние / Annual</i>	<i>Двухлетние / Two-year-olds</i>
Контроль / Control	2,1±0,06	2,6±0,04
Корневин / Kornevin	2,5±0,05	2,9±0,05
Азолен / Azolen	2,8±0,07	3,2±0,04
Елена / Elena	2,8±0,06	3,2±0,04
Мизорин / Mizorin	2,7±0,08	3,0±0,05
Триходерма вериде / Trichoderma veride	3,1±0,07	3,2±0,05
Флавобактерин / Flavobacterin	2,5±0,05	3,0±0,04
Черные дрожжи / Black yeast	3,1±0,08	3,2±0,05
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,14	0,09

Таким образом, наилучшие показатели роста и развития разновозрастных саженцев можжевельника горизонтального сорта Limeglow получены в вариантах с обработкой микробиологическим удобрением Азолен и биофунгицидами Елена и Триходерма вериде.

Высоту разновозрастных саженцев можжевельника обыкновенного в варианте с применением стимулятора роста Корневин и химического фунгицида Фундазол превышали саженцы в вариантах с микробиологическим удобрением Азолен и биофунгицидами Елена и Флавобактерин (рис. 2).

Дисперсионный двухфакторный анализ опытных данных по высоте саженцев можже-

вельника обыкновенного показал, что расчетное значение критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 3,8 > F_{\text{крит}} = 2,7$) и В (возраст, $F_{\text{расчет } 0,05} = 171,04 > F_{\text{крит}} = 3,73$) выше его табличного значения.

По диаметру корневой шейки разновозрастные саженцы можжевельника обыкновенного во всех опытных вариантах имели более высокие значения, чем в контроле на 95%-м уровне достоверности, кроме варианта с химическим эталоном Фундазол (табл. 6). Расчетное значение критерия Фишера по факторам А (препараты, $F_{\text{расчет } 0,05} = 9,67 > F_{\text{крит}} = 2,76$) и В (возраст, $F_{\text{расчет } 0,05} = 330,49 > F_{\text{крит}} = 3,74$) было выше критического.

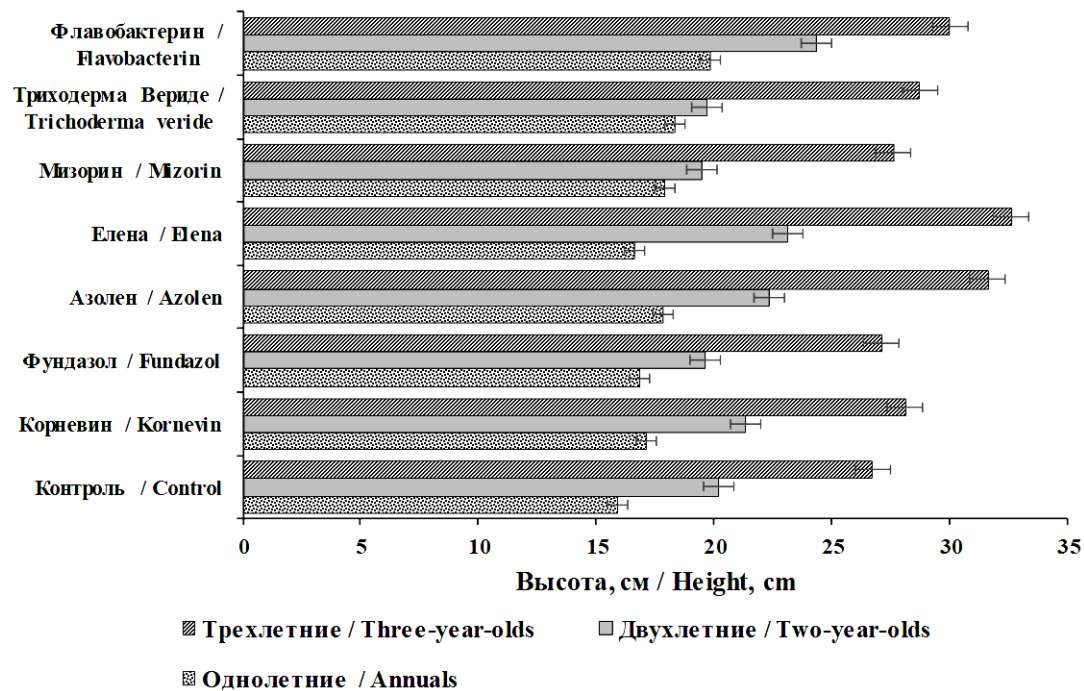


Рис. 2. Влияние микробиологических препаратов на высоту однолетних, двухлетних и трехлетних саженцев можжевельника обыкновенного: $HCP_{05} = 0,23; 0,38; 0,80$ соответственно (2022–2024 гг.) /

Fig. 2. The effect of microbiological preparations on the height of one-year, two-year and three-year-old seedlings of common juniper: $LSD_{05} = 0.23; 0.38; 0.80$ respectively (2022–2024)

Таблица 6 – Влияние биопрепаратов на диаметр корневой шейки саженцев можжевельника обыкновенного разного возраста (мм ± стандартная ошибка, 2022–2024 гг.) /

Table 6 – The effect of biopreparations on the diameter of the root collar of common juniper seedlings of different ages (mm ± standard error, 2022–2024) /

Биопрепарат / Bioprepapate	Однолетние / Annual	Двухлетние / Two-year-olds	Трехлетние / Three-year-olds
Контроль / Control	2,5±0,02	2,8±0,03	4,3±0,07
Корневин / Kornevin	3,0±0,04	3,3±0,03	5,0±0,08
Фундазол / Fundazol	2,4±0,04	2,9±0,05	4,5±0,10
Азолен / Azolen	2,9±0,04	3,1±0,03	5,3±0,07
Елена / Elena	3,0±0,03	3,2±0,04	5,1±0,08
Мизорин / Mizorin	2,8±0,03	3,0±0,05	4,6±0,09
Триходерма вериде / Trichoderma veride	3,0±0,03	3,2±0,04	4,8±0,08
Флавобактерин / Flavobacterin	3,3±0,03	3,6±0,03	5,5±0,07
HCP_{05} / LSD_{05}	0,05	0,06	0,15

Анализ динамики роста однолетних, двухлетних и трёхлетних саженцев можжевельника обыкновенного выявил устойчивую положительную тенденцию под влиянием изучаемых препаратов. Установлено, что варианты с применением биофунгицидов Елена и Флавобактерин, а также микробиологического удобрения Азолен стабильно обеспечивали статистически достоверное ($p \leq 0,05$) превышение контрольных значений по ключевым морфо-

метрическим показателям: высоте растения, диаметру корневой шейки.

В проведенных экспериментах определяли действие эталонных веществ: 4-(индол-3-ил) масляной кислоты – регулятора роста в составе препарата Корневин и бенонила в составе химического фунгицида Фундазол для сравнения действия микробиологических средств. Установлено, что в большинстве случаев микробиологические препараты обладали

подобными ростостимулирующими свойствами, морфометрические показатели саженцев с применением биологических средств находились либо в одном доверительном интервале с эталоном роста, либо выше их. Химический фунгицид, сдерживая развитие фитопатогенов в зоне роста корневой системы, в основном не обеспечивал лучший рост и развитие растений по сравнению с биопрепаратами. Полученные результаты свидетельствуют о возможности замены признанных химических веществ микробиологическими средствами, которые с точки зрения экологии наиболее востребованы.

Выводы. Проведенная оценка эффективности микробиологических препаратов на различных видах и сортах можжевельника в условиях открытого грунта Омской области позволила выявить следующие закономерности:

1. Наиболее универсальным и эффективным стимулятором роста для всех изученных таксонов (*Juniperus sabina*, *J. horizontalis* сорта Blue Chip, *J. horizontalis* сорта Limeglow, *J. communis*) выступило микробиологическое удобрение Азолен, Ж (3%-я суспензия). Оно стабильно обеспечивало значительное увеличение как высоты (от 10 до 33 % в зависимости от сорта и возраста), так и диаметра корневой шейки (от 11 до 31 %) саженцев.

2. Наивысшую ростостимулирующую активность продемонстрировал биофунгицид

Елена, Ж (1%-я суспензия). Его применение было эффективно для всех четырех объектов исследования, оказывая положительное влияние на изучаемые морфометрические параметры (от 7 до 57 % по высоте и от 8 до 59 % по диаметру корневой шейки). Максимальный эффект от его применения был отмечен на *J. sabina* (от 25 до 57 % по высоте и от 15 до 59 % по толщине стволика) в зависимости от возраста саженцев.

3. Препараты с выраженной видовой/сортовой специфичностью:

- Триходерма вериде, СП (0,5%-я суспензия) – высокая эффективность на *J. sabina* и *J. horizontalis* сорта Limeglow;

- Черные дрожжи, Ж (2%-я суспензия) – мощное стимулирующее действие на *J. sabina*;

- Флавобактерин, СП (6%-я суспензия) – эффективен только для *J. communis*.

Таким образом, применение микробиологических препаратов Азолен и Елена можно рекомендовать для использования в базовой технологии для стимуляции роста черенковых саженцев различных видов можжевельника. Выбор других препаратов (Триходерма вериде, Флавобактерин Черные дрожжи) должен основываться на видовой принадлежности посадочного материала, что подтверждает тезис о специфичности взаимодействия в системе «микроорганизм – растение – хозяин».

Список литературы

1. Adams R. P. Junipers of the World: The Genus *Juniperus*. 4th ed. Trafford Publishing, 2014. 415 p.
2. Farjon A. A Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005. 643 p.
3. Плугатарь Ю. В., Коба В. П., Коренькова О. О. Природный ареал и условия произрастания видов рода *Juniperus* L. Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2022;(1(162)):7–25. DOI: <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2022-1-162-7-25> EDN: UFUUEH
4. Неженцева Т. В. Интродукция рода можжевельник (*Juniperus* L.) в Ставропольском ботаническом саду. Природообустройство. 2023;(5):140–146. DOI: <https://doi.org/10.26897/1997601120235-140-146> EDN: SOSEZT
5. Šerá B. Topicalities in the Forest Ecology of Seeds. Forests. 2024;15(10):1738. DOI: <https://doi.org/10.3390/f15101738>
6. Лукьянова О. В., Ступин А. С., Антошина О. А., Конкина В. С. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике. Международный сельскохозяйственный журнал. 2022;(5(389)):502–506. DOI: https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_502 EDN: VGENUA
7. Тихонович И. А., Завалин А. А. Комплексное использование микробных препаратов и удобрений при развитии природоподобных технологий в земледелии. Вестник Российской академии наук. 2025;(6):59–66. DOI: <https://doi.org/10.7868/S3034520025060073> EDN: FAUMKS
8. Degtyarev A. I., Barayshchuk G. V., Usova M. V., Shevchenko N. Yu. The influence of growth stimulators on the rooting of green cuttings of the Cypress family in the conditions of the city of Omsk. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022;954:012019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012019>
9. Degtyarev A. I., Barayshchuk G. V., Gayvas A. A. The effect of growth stimulators on the vegetative reproduction of North American tree species in the conditions of the Omsk region. BIO Web of Conferences. 2022;52:00059. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20225200059>
10. Valiullin L. R., Gibadullin A. R., Egorov V. I., Mukhammadiev Rinat S., Mukhammadiev Rishat S., Sakhnov V. V. et al. Ensuring Tree Protection, Growth and Sustainability by Microbial Isolates. Sustainability. 2024;16(17):7837. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16177837>

11. Ashurbekova T., Omarova P., Musinova E., Efimov D. The expediency of using an integrated plant protection system and organomineral fertilizers in the conditions of the Southern natural and economic zone. Bio web of conferences. 2024;113:01017. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411301017>
12. Сырчина Н. В., Пилип Л. В., Ашихмина Т. Я. Биоудобрения и агенты биологического контроля на основе ризосферных микроорганизмов. Поволжский экологический журнал. 2025;(3):344–364. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-3-344-364> EDN: OLGZWF
13. Tomashevich N. S., Bondarchuk E. Yu., Asaturova A. M. Soil health is the basis of organic agriculture. Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture: International Scientific Conference. (BIOLOGIZATION 2021). Krasnodar: EDP Sciences, 2021. Vol. 34. No. 05006. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213405006>
14. Дегтярев А. И., Барайшук Г. В. Роль микробиологических препаратов при размножении туи западной в условиях южной лесостепи Омской области. Международный научно-исследовательский журнал. 2025;(5(155)):31. DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.52> EDN: RUMBXR
15. Гаджиева А. М., Сапукова А. Ч., Мурсалов С. М., Хусейнов Р. А. Разработка эффективных приемов получения корнесобственных саженцев можжевельника казацкого в условиях ООО "Питомник" г. Каспийска. Проблемы развития АПК региона. 2022;2(50):39–43. DOI: https://doi.org/10.52671/20790996_2022_2_39 EDN: RPVYLB
16. Цепляев А. Н., Пальцева А. В. Укоренение хвойных интродуцентов с использованием стимуляторов ризогенеза в питомниках Центральной лесостепи. Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. 2023;(19):55–57. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67963932> EDN: ECEMIT
17. Барайшук Г. В. Биоэкологические основы использования безопасной защиты древесных насаждений Омского Прииртышья: монография. Омск: изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2009. 239 с.

References

1. Adams R. P. Junipers of the World: The Genus *Juniperus*. 4th ed. Trafford Publishing, 2014. 415 p.
2. Farjon A. A Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005. 643 p.
3. Plugatar Yu. V., Koba V. P., Koren'kova O. O. Natural areas and growth conditions species of the genus *Juniperus* L. *Biologiya rasteniy i sadovodstvo: teoriya, innovatsii* = Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2022;(1(162)):7–25. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2022-1-162-7-25>
4. Nezhentseva T. V. Introduction of the juniper genus (*Juniperus* L.) in the Stavropol botanical garden. *Prirodoobustroystvo*. 2023;(5):140–146. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26897/1997601120235-140-146>
5. Šerá B. Topicalities in the Forest Ecology of Seeds. *Forests*. 2024;15(10):1738. DOI: <https://doi.org/10.3390/f15101738>
6. Luk'yanova O. V., Stupin A. S., Antoshina O. A., Konkina V. S. Prospects for the use of biologics in agricultural practice. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = International Agricultural Journal. 2022;(5(389)):502–506. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_502
7. Tikhonovich I. A., Zavalin A. A. Integrated use of microbial preparations and fertilizers in the development of nature-like technologies in agriculture. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* = Herald of the Russian Academy of Sciences. 2025;(6):59–66. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S3034520025060073>
8. Degtyarev A. I., Barayshchuk G. V., Usova M. V., Shevchenko N. Yu. The influence of growth stimulators on the rooting of green cuttings of the Cypress family in the conditions of the city of Omsk. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022;954:012019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012019>
9. Degtyarev A. I., Barayshchuk G. V., Gayvas A. A. The effect of growth stimulators on the vegetative reproduction of North American tree species in the conditions of the Omsk region. BIO Web of Conferences. 2022;52:00059. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20225200059>
10. Valiullin L. R., Gibadullin A. R., Egorov V. I., Mukhammadiev Rinat S., Mukhammadiev Rishat S., Sakhnov V. V. et al. Ensuring Tree Protection, Growth and Sustainability by Microbial Isolates. Sustainability. 2024;16(17):7837. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16177837>
11. Ashurbekova T., Omarova P., Musinova E., Efimov D. The expediency of using an integrated plant protection system and organomineral fertilizers in the conditions of the Southern natural and economic zone. Bio web of conferences. 2024;113:01017. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411301017>
12. Syrchina N. V., Pilip L. V., Ashikhmina T. Ya. Biofertilizers and biological control agents based on rhizosphere microorganisms. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* = Povolzhskiy Journal of Ecology. 2025;(3):344–364. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-3-344-364>
13. Tomashevich N. S., Bondarchuk E. Yu., Asaturova A. M. Soil health is the basis of organic agriculture. Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture: International Scientific Conference. (BIOLOGIZATION 2021). Krasnodar: EDP Sciences, 2021. Vol. 34. No. 05006. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213405006>

14. Degtyarev A. I., Barayshchuk G. V. The role of microbiological drugs in the multiplication of white cedar in the conditions of the southern forest-steppe of Omsk oblast. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2025;(5(155)):31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.52>
15. Gadzhiyeva A. M., Sapukova A. Ch., Mursalov S. M., Khuseynov R. A. Development of effective techniques for obtaining own-rooted juniper seedlings under the conditions of pitomnik LLC, Kaspiysk. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2022;2(50):39–43. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.52671/20790996_2022_2_39
16. Tseplyayev A. N., Pal'tseva A. V. The results of rooting of the introduced coniferous plants with the use of rhizogenesis stimulators in nurseries of the Central forest-steppe. *Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N. V. Tsitsina RAN* = Scientific proceedings of the Cheboksary branch the Main botanical garden named after N. V. Tsitsin Russian academy of sciences. 2023;(19):55–57. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67963932>
17. Barayshchuk G. V. Bioecological foundations of the use of safe protection of tree plantations in the Omsk Irtysh region: monograph. Omsk: *izd-vo FGOU VPO OmGAU*, 2009. 239 p.

Вклад авторов: все авторы внесли равнозначный вклад в работу над статьей.

Сведения об авторах

✉ **Дегтярев Артем Игоревич**, ассистент кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений агротехнологического факультета, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина», ул. Институтская площадь, д. 1, г. Омск, Омская область, Российская Федерация, 644008, e-mail: adm@omgau.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2334-2113>, e-mail: ai.degtyarjov@omgau.org

Барайщук Галина Васильевна, доктор биол. наук, профессор, профессор кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений агротехнологического факультета, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина», ул. Институтская площадь, д. 1, г. Омск, Омская область, Российская Федерация, 644008, e-mail: adm@omgau.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4529-0411>

Author Contributions: All authors made an equal contribution to the work on the article.

Information about the authors

✉ **Artem I. Degtyarev**, Assistant Professor, the Department of Horticulture, Forestry, and Plant Protection, Agrotechnology Faculty, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 1 Institutskaya Square, Omsk, Omsk Region, Russian Federation, 644008, e-mail: adm@omgau.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2334-2113>, e-mail: ai.degtyarjov@omgau.org

Galina V. Barayshchuk, DSc in Biological Science, professor, professor at the Department of Horticulture, Forestry, and Plant Protection, Agrotechnology Faculty, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 1 Institutskaya Square, Omsk, Omsk Region, Russian Federation, 644008, e-mail: adm@omgau.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4529-0411>

✉ – Для контактов / Corresponding author